Equilibre Acido basique.

• Introduction :

- Les P^H des liquides intra et extra ¢aires doivent être maintenus cst
- Il existe une étroite relation entre l'equilibre éléctrolytique et l'équilibre acidobasique.
- Chez un sujet sain le P^H doit être maintenu autour de 7,38 - 7,42
- La stabilité du P^H est maintenu grace à des tampons chimiques et Physiologiques (reins et poumons).

• Production métabolique d'acides :

. Acides volatils (gaz volatils) : gaz carbonique CO_2 en grande quantité (il n'est pas accumulé)

. Acides fixes : produits en quantité plus faible que les gaz volatils, Acide sulfurique (le principal acide fixe non volatil), acide ortho-phosphorique (H_3PO_4) et l'acide lactique.

• La quantité d'acides non volatils produite quotidiennement et eliminée par un sujet normal dépend largement de l'apport alimentaire en particulier en proteines.

• Les tampons chimiques et les tampons physiologiques sont deux lignes de défense contre les agressions acides.

• Les tampons chimiques :

. Une solution tampon empêche toute variation du P^H quand on lui ajoute un acide ou une base.

La valeur chimique d'un tampon dépend de plusieurs facteurs :

- Sa concentration
- Son pK : $P^H_{milieu} - 1 \leqslant pK_{efficace} \leqslant P^H_{milieu} + 1$
- La concentration en H^+ du milieu

- Les deux principaux systèmes tampons du sang sont :
  - le système bicarbonate / acide carbonique
  - tampon hémoglobine

(bicarbonate → contrôlée par le rein ; acide carbonique → contrôlé par le poumon.)

* Système bicarbonate / acide carbonique (HCO_3^- / H_2CO_3) :

il est le meilleur système tampon car :

- C'est un système ouvert (contrôlé par le rein et le poumon).
- C'est un système intra et extra Çaire
- Sa concentration plasmatique est élevée (22 - 26 mmol/l).

* Hémoglobine : (Hb / oxyHb) (oxydation de Hb → libération d'H^+)

c'est un principal système tampon (→ intra Çaire) à cause de :

- Son abondance dans l'organisme.
- Sa haute valeur de tamponnement. (Présence de l'Aa Histidine grace à son groupement amidazole).

La majorité des protéines doivent leur pouvoir tampon physiologique à l'histidine.

- L'effet Bohr : C'est la ↓↓ de l'affinité d'HB à l'O_2 en cas d'acidose.

Acidose (pH ↘ = [H^+] ↗) → Hyperventilation O_2 ↗ → Affinité de l'hemoglobine à l'O_2 diminue → donc O_2 ↗↗ dans les autres tissus → [H^+] ↘.

* Proteines plasmatiques :
  - Un rôle de tamponnement mineur
  - molécules amphotères peuvent capter ou libérer des H^+.

* Phosphate :
  - Agit dans les milieux intra et extra Çaire.
  - Son pouvoir de tamponnement est significativement important
  - Agit au niveau rénal en fixant des H^+ (acidité titrable).

Les tampons physiologiques :

Le rein :

- Rôle dans le maintien de l'équilibre acido-basique.
- Réabsorbtion de bicarbonates et excretion d'H^+ sous forme d'acidité titrable et d'ammonium.
  - le bicarbonate filtré est de l'ordre de 4500 mmol/J.
  - Il est totalement réabsorbé chez un sujet normal, 85% au niveau du TCP et 15% dans les segments distaux ⇒ la bicarbonaturie est nulle.

◦ acidité titrable : (Phosphate uniquement).

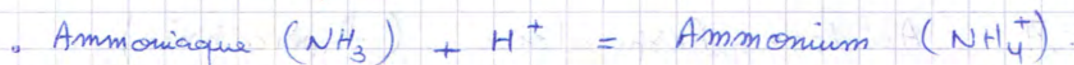
- Diminution d'acide phosphorique disodique HNa_2PO_4.
- Augmentation d'acide phosphorique monosodique H_2NaPO_4.

• On parle d'acidité titrable car on peut mesurer la quantité de Na^+ ajouter à l'urine pour un pH de 7,4.



$$HNa_2PO_4 + H^+ \longleftrightarrow H_2NaPO_4 + Na^+$$

◦ ammoniaque :



• Ammoniaque (NH_3) + H^+ = Ammonium (NH_4^+).

* Ammonium :
  - composé polaire
  - Soluble dans l'eau.
  - incapable de traverser les membranes ₵aires
  - il est piégé dans la lumière tubulaire. (TCP)

Le poumon :

Régulation d'excrétion du CO_2.

hyperventilation ⟶ $PaCO_2$ ↘

hypoventilation ⟶ $PaCO_2$ ↗

- Equation d'Henderson Hasselbalch :

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = pK + \log \frac{[HCO_3]}{[H_2CO_3]}$$

- $[H_2CO_3]$ est instable, on peut pas la mesurer facilement

$[H_2CO_3] = \alpha \, PaCO_2$ (α : coefficient de solubilité du gaz CO_2 varie en fonction de la temperature).

$\alpha = 0{,}03$

$PaCO_2 = 40$ mmHg

$$pH = pK + \log \frac{[HCO_3]}{\alpha \, PaCO_2}$$

$pH = 6{,}1 + \log 20 = 7{,}4$ ($\log 20$: 1,3)

- Anomalies de l'équilibre acidobasique :

Selon l'équation d'Henderson Hasselbalch :

- $[HCO_3^-]$ ↗ Alcalose métabolique
- $[HCO_3^-]$ ↘ Acidose métabolique.
- $PaCO_2$ ↗ Acidose Respiratoire (hypercapnie).
- $PaCO_2$ ↘ Alcalose Respiratoire (hypocapnie).

- Les anomalies métaboliques :

- Acidose métabolique :

i_ Mécanismes :

- le rein ne réabsorbe pas le HCO_3^- (Perte excessives de HCO_3^-).
- le rein n'élimine pas les H^+ (Charge acide excessive)
- Acidose diabétique (Corps cétoniques libèrent des H^+).

ii. Réponse de l'organisme :

- Tamponnement : tampons intracellulaires globules rouges + Proteines Plasmatique
- Adaptation respiratoire : Hyperventilation → afin de ↘ la $PaCO_2$.

.. Correction rénale : Acidification des urines → rein normal.
les urines sont alcalines → si le rein est atteint

- Hyperkaliémie : accompagne souvent les acidoses.

iii. Classification et ethiologies :

* Le Trou Anionique (TA).

$$TA = [Na^+] - ([Cl^-] + [HCO_3^-]) = 14 \pm 2 \text{ mmol/l}$$

Na^+ : Cation le plus important
Cl^- : Anion le plus important
} (+) = (−)

a). Acidose métabolique à trou anionique élevé et chlore normal :

TA > 16 ; Cl^- Toujours normal.

→ Accumulation de l'ion H^+ avec un anion organique (acétoacétate, lactate, méthanol et aspirine ... ect).

→ Causes :
- Céto acidoses : diabète sucré, jeûne prolongé, alcoolisme.
- Acidoses lactiques : hypoxie tissulaire aiguë, anomalies du métabolisme du pyruvate.
- Insuffisance rénale aiguë ou chronique.
- Intoxication par des acides dont l'anion n'est pas le chlore : méthanol, acide acétyl salicylique ...

b). Acidose métabolique à trou anionique normal et chlore élevé :

TA ≤ 16 ; Cl^- Toujours élevé.

→ Pas d'accumulation d'anions organiques, augmentation du chlore en parallèle avec une baisse du bicarbonate.

→ Causes :
- Pertes intestinales de bicarbonate : diarrhées aiguës sévères, certaines tumeurs intestinales.

- Les acidoses tubulaires.
- Les inhibiteurs de l'anhydrase carbonique.

- Alcalose métabolique:

i - mécanismes:

- Une perte d'ions H^+ du compartiment extracellulaire.
- Addition d'alcalins.
- Perte disproportionnée du chlore. (Les alcaloses sont toujours hypochlorémiante).

ii - Réponse de l'organisme:

- Tamponnement: libération des ions H^+ dans le milieu extra ¢ aire.
- Adaptation respiratoire: Hypoventilation ⟶ afin d'↗↗ la $PaCO_2$.
- Correction rénale: à lui seul, il peut corriger les alcaloses en excrétant l'excès de bicarbonate.

NB: Si l'alcalose métabolique ne se corrige pas c'est à dire qu'il y a:
- Deshydratation extracellulaire
- Manque de K^+ (hypokaliémie)
- Manque de Cl^- (hypochlorémie).

iii - Classification et éthiologies:

a) Alcalose corrigée par l'apport du chlore: (sensible au chlore).

⟶ chlore urinaire < 10 mmol/l.

⟶ Causes:
- Pertes digestives: vomissements, aspiration gastrique.
- Pertes urinaires: utilisation prolongée des diurétiques, augmentation de l'excrétion de Na et K supérieure à celle des HCO_3.
- Apport faibles en chlore.
- Alcalose post hypercapnie.
- Fibrose cystique.

b). Alcalose non corrigée par l'apport du chlore : (resistant au Cl)

→ Chlore urinaire > 25 mmol/l.

→ causes : • hyper aldosteronisme primaire.
- • syndrôme de cushing.
- • syndrôme de Liddle.
- • syndrôme de Gittelman.
- • syndrôme de Bartter.
- • Hypo kaliémie < 2 mmol/l.
- • Hypomagnésémie.

- Les anomalies respiratoires :

• Acidose respiratoire :

- hypercapnie $PaCO_2 > 45$ mmHg. (hypoventilation)

i- mécanisme :

Tjr - Conséquence d'une diminution de la ventilation alvéolaire.

ii- Réponse physiologique de l'organisme :

- Tamponnement : se fait par des tampons intra et extra Caire.
- Réponse rénale : le rein intervient tardivement (élimination de H^+ et réabsorbtion de bicarbonate) + une diminution de la réabsorbtion du chlore pour maintenir l'éléctroneutralité.

* La correction de l'acidose ne se fait que si l'obstacle est supprimé.

iii- éthiologies des acidoses respiratoire :

• Acidoses respiratoires aiguës : obstruction des voies aériennes, grande perturbation circulatoire, oedème aigu du poumon, embolie pulmonaire, depression des centres respiratoires.

• Acidoses respiratoires chroniques : maladies pulmonaires obstructives chroniques, maladies neuromusculaires.

Alcalose respiratoire :

- hypocapnie $PaCO_2 < 45$ mmHg. (hyperventilation)
- Il s'agit de l'anomalie acidobasique la plus fréquente

i_ mécanisme :

Tjr - Conséquence d'une augmentation de la ventilation alvéolaire.

ii - réponse physiologique de l'organisme :

- Tamponnement : liberation des H^+ à partir des tampons intra et extra ...
- Réponse rénale : Moins tardivement que les acidose ; augmentation d'excrétion des HCO_3^- et diminution d'excrétion d'ammonium et acidité titrable.
- Eléctrolytes : hypokaliémie, hyperchlorémie pour compenser la diminution de bicarbonate, le TA est normal.

iii - Ethiologie des alcaloses respiratoires :

- hypoxémie : vie en haute altitude, anémies sévères.
- Stimulation des centres respiratoires.
- Maladies pulmonaires.



- Les acidoses sont le plus souvent hyperkaliémiante pas toujours.
- Le TA est important pour classer les acidoses et non pas les alcaloses
- Les alcaloses sont toujours hypochlorémiantes.
- Les acidoses et les alcaloses ne sont pas définit par le PH car ce dernier peut être compensé.